

**Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Konstrukce strojů a zařízení**

**Průmyslový design**

**Design akumulátorové vrtačky**

**Design cordless drill**

Student:

Martin Zapletálek

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing Anna Plchová

2012

## Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Zapletálek**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 60 Průmyslový design  
Téma: **Návrh akumulátorové vrtačky**  
**Design Cordless Drill**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši v oblasti navrhovaného zařízení.
2. Pro vytvoření 3D modelu vašeho řešení zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní.
3. Akumulátorová vrtačka bude splňovat funkce stanované po konzultaci s vedoucí bakalářské práce.
4. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
5. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
6. Proveďte nezbytné výpočty s využitím speciálních SW.
7. Bakalářská práce vyhotovená v souladu s požadavky a předpisy FS bude obsahovat úvodní rešerši, návrh konceptu, nezbytné pevnostní výpočty a popis konstrukčního řešení.
8. Rozsah práce: min. 35 stran textu mimo přílohy, výkresová část formát A1.  
Pro obhajobu zhotovte model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.



Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 48 s.

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.

PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-30-10]. Dostupný z [www: <URL: http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20ps%C3%A1t%20cerven%202009.pdf](http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20ps%C3%A1t%20cerven%202009.pdf)

DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů*. Ostrava: Montanex, 2000. 225s. ISBN 80-7225-018-3.

KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací: skriptum*. 1.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.

NĚMČEK, M. *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů: skriptum* 2. vyd . Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 111 s. ISBN 978-80-248-1782-8.

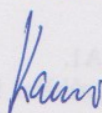
Firemní literatura, podklady apod.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

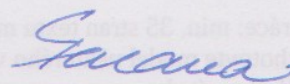
Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Anna Plchová**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Dr.Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty



### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 21.5. 2012 .....

.....  
podpis studenta



## Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 21.5.2012

  
.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: MARTIN ZAPLETÁLEK

Adresa trvalého pobytu autora práce: VAŽELOV 47, BŘIDLIČNÁ 793 51

## **Anotace**

ZAPLETÁLEK, M. *Návrh designu akumulátorové vrtačky: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra konstrukce strojů a strojních zařízení, Specializace Průmyslový design, 2012. Vedoucí práce: Dr. Ing. Anna Plchová.

Bakalářská práce se zabývá designem a konstrukcí akumulátorové vrtačky. Snaží se zpracovat nové nápady a zaměřuje se na uživatelské vlastnosti. Snaží se zakomponovat přídatnou rukojeť, osvětlení, elektronické ovládání, automatické sklíčidlo nebo magnetizér. V úvodu jsou znázorněny trendy v navrhování aku vrtaček. Následně je vyobrazen návrh a varianty řešení. Z nich je vybrána jedna varianta, která je zpracována.

ZAPLETÁLEK, M. *Design of cordless drill: bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2012. Thesis head: Dr. Ing. Anna Plchová.

This thesis deals with the design and construction of cordless drills. They try to incorporate new ideas and focuses on user characteristics. They try to incorporate auxiliary handle, lighting, electronic control, automatic chuck or magnetizer. The introduction shows the trends in designing cordless drills. Following is shown the design and alternatives. Of these, one option is selected, which is processed.

## **Poděkování**

Děkuji paní Dr. Ing. Anně Plchové a panu MgA. Petru Neničkovi za poskytnutí odborných rad a také své rodině za podporu během období studia.

<b>Úvod.....</b>	<b>2</b>
<b>Cíle práce.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Historie .....</b>	<b>3</b>
.... od pravěku až po 19. století.....	3
...od konce 19. století až po současnost .....	4
<b>2. Rešerše .....</b>	<b>5</b>
2.1 Základní rozdělení podle způsobu pohonu .....	5
2.2 Aku vrtací šroubováky.....	6
2.3 Porovnání parametrů a vlastností .....	10
<b>3. Technický rozbor.....</b>	<b>11</b>
3.1 Motor.....	11
3.2 Převodovka.....	11
3.3 Sklíčidlo .....	11
3.4 Akumulátor.....	12
3.5 Uspořádání součástí.....	13
<b>4. Návrh.....</b>	<b>14</b>
4.1 Základní koncepce.....	14
4.2 Zakomponování přídavné rukojeti .....	15
4.3 Variantní řešení .....	16
4.3.1 Varianta 1.....	17
4.3.2 Varianta 2.....	17
4.3.3 Varianta 3.....	17
4.3.3 Finální varianta .....	18
<b>5. Přídavná rukojeť.....</b>	<b>19</b>
5.1 Finální varianta přídavné rukojeti.....	19
5.2 Přídavná rukojeť .....	19
<b>6. Výpočet přídavné páky .....</b>	<b>20</b>
6.1 Výpočet síly při vrtání.....	20
6.2 Kontrola čepu na stříh.....	22
6.3 Kontrola čepu na otlačení.....	22
6.4 Kontrola páky na ohyb .....	23
<b>7. Barevné řešení.....</b>	<b>24</b>
<b>8. Finální varianta .....</b>	<b>25</b>
<b>9. Ovládací prvky .....</b>	<b>27</b>
9.1 Sklíčidlo .....	27
9.2 Ovládání baterie .....	27
9.3 Ovladač .....	28
9.4 Spínač a reverzace otáček .....	28
9.6 Magnetizér.....	29
<b>10. Ergonomie rukojetí .....</b>	<b>30</b>
<b>11. Způsob držení .....</b>	<b>31</b>

11.1 Základní způsob držení.....	31
11.2 Alternativní způsob držení.....	31
11.3 Držení oběma rukama.....	32
<b>12. Technické parametry .....</b>	<b>33</b>
12.1 Technické parametry .....	33
12.2 Materiály.....	33
<b>13. Tvorba modelu.....</b>	<b>34</b>
<b>14. Závěr.....</b>	<b>36</b>
<b>15. Seznam použité literatury.....</b>	<b>37</b>
Internetové zdroje .....	37
<b>16. Seznam příloh.....</b>	<b>38</b>



## Seznam použitého značení

$D_v$	Průměr vrtáku	$[mm]$
$F_a$	Síla na páce	$[N]$
$F_{\check{c}}$	Síla působící na čep	$[N]$
$F_x$	Osová síla	$[N]$
$k$	Materiálová konstanta	
$k_s$	Bezpečnost	
$p_{ds}$	Dovolené namáhání ve střihu	$[MPa]$
$P$	Otlačení	$[MPa]$
$P_s$	Tlak ve střihu	$[MPa]$
$R_e$	Mez kluzu	$[MPa]$
$R_m$	Pevnost v tahu	$[MPa]$
$S_{\check{c}}$	Plocha čepu	$[mm^2]$
$S_t$	Plocha třísky	$[mm^2]$
$S_0$	Posuv na otáčku	$[mm]$
$\sigma_{d_o}$	Dovolené namáhání v ohybu	$[MPa]$
$\sigma_o$	Napětí v ohybu	$[MPa]$

## Úvod

Aku nářadí začíná hrát v domácnostech důležitější roli, než tomu bylo doposud. Nejinak je tomu i u akumulátorových vrtacích šroubováků. Tito univerzální pomocníci se dnes nachází téměř v každé domácnosti. V poslední době přichází na trh velké množství modelů jak od renomovaných výrobců tak i menších neznámých značek. Velký pokrok byl zaznamenán hlavně díky technologii Li-Ion což je akumulátorová technika. Váha a velikost baterii se natolik zmenšila, že dnešní aku vrtací šroubováky mohou vážit o něco kolem 1 kg a svými kompaktními rozměry se vejdou téměř kdekoliv a kamkoliv. Proto získávají stále větší oblibu a dá se předpokládat, že tenhle trend bude pokračovat, neboť s akumulátorem se začínají vyrábět i takové druhy nářadí, u kterých to není bezpodmínečně nutné.

## Cíle práce

Zaměřil jsem na návrh hobby akumulátorového vrtacího šroubováku z uživatelského hlediska. Chtěl jsem vytvořit nástroj, který bude jednoduchý a příjemný na ovládání. Využít automatického sklíčidla a elektronického nastavení kroutících momentů. Zakomponovat přídatnou rukojeť, která zlepší komfort při práci. Vylepšit vrtačku o několik funkcí, které usnadní práci jako je například magnetizér, ukazatel stavu baterie, nebo světlo.

## 1. Historie

### .... od pravěku až po 19. století

Potřebu vytvářet díry znali už neandrtálci a kromaňonci. Snažili se spojovat kusy dřeva při stavbě obydlí a nebo při tvorbě ozdobných předmětů z ulit měkkýšů a barevných kamínků. Prvními nástroji byly otesané kameny, pazourky. V době kamenné vznikla smyčcová vrtačka, u které nástroj poháněli pomocí tětivy (1.1). Náhon se postupně měnil a ze starověku jsou doloženy šlapací nebo klikové mechanismy [1].

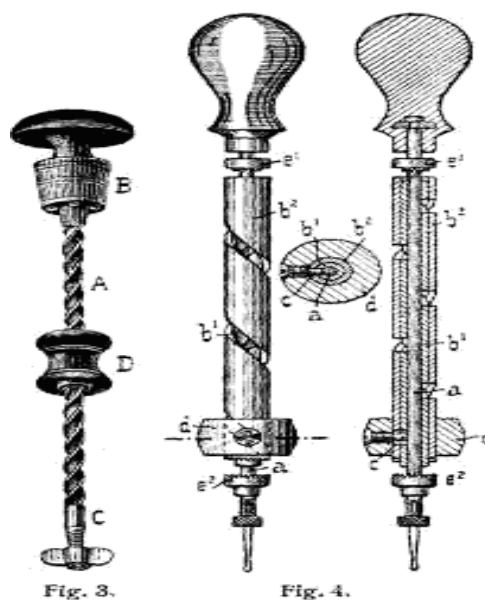


▲ 1.1 Princip smyčcové vrtačky [3]

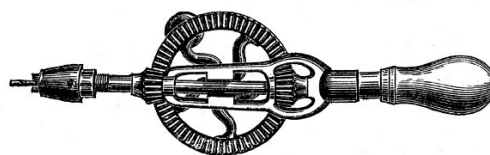
V době bronzové a železné se objevily první kovové vrtáky s klínovým ostřím. První spirálovité vrtáky se objevily teprve v 15. století. Spirálovitý vrták na dřevo novodobého tvaru vyvinul Angličan P. Cooke v roce 1770. Vrtáky na kov pochází z 20. let 19. století. Kopinaté nebozezy se používaly hodně dlouho a byly často tak velké, že je museli obsluhovat 2 řemeslníci. V roce 1615 byla vyrobena strojní vyvrtávačka, která z kmene stromů vytvářela potrubí. Byla poháněná vodním kolem. Nástup velkých vrtacích strojů zrychlily války. Bylo totiž potřeba mít hladce vyvrtanou hlaveň v mušketách a později i v dělech. Vrtačky byly poháněny ručně nebo vodními koly. Velké vrtačky se používaly při těžbě rud a soli. V dílnách truhlářů se až do 19. století

vrtalo ručně. Vrtačky byly sice přenosné, ale měly malý výkon. Upínaly se do nich kopinaté vrtáky. Stejný nástroj používaly i výkonnější svidříkové vrtačky, které se u nás vyráběly až do 50. let 19. století (1.2) [1]

Koncem 19. století se rozšířily vrtačky na kliku, většinou s převodem (1.3) [1].



▲ 1.2 Svidříková vrtačka [3]



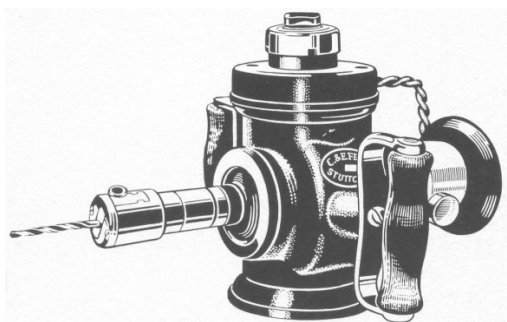
▲ 1.3 Vrtačka ruční s převodem [4]

Velké vrtačky od poloviny 19. století stále hnaly transmise a ani po úspěšném nástupu elektromotorů na přelomu 19. a 20. století se nic nezměnilo. Ovšem ani tady se stále o velké přesnosti nedalo mluvit [1].



## **...od konce 19. století až po současnost.**

První elektrickou ruční vrtačku sestrojil Wilhelm Emil Fein v roce 1896 (1.4). Byla určena pro montéry stožárů. Tato první elektrická vrtačka měla olejem plněnou litinovou skříň s párem dřevěných rukojetí a dvoučelistové sklíčidlo. Vážila 7,5 kg a výkon 45 W jí umožňoval vyvrtat díru do oceli maximálně 6 mm [2].



▲ 1.4 První elektrická vrtačka [2]

Avšak v roce 1915 patentovali Američané Duncan Black a Alonso Decker vrtačku s pistolovou rukojetí (1.5). Měla hliníkovou skříň a příkon 600 W. Stále byla určena pouze pro vrtání [2].



▲ 1.5 První vrtačka s pistolovou rukojetí [2]

Lehčí vrtačky, zhruba 3 kg, s bakelitovou tyčovou rukojetí se rozšířily ve 30. letech 20. století především zásluhou německých firem Bosch a Metabo [2].

Ještě 10 let po druhé světové válce měly vrtačky jednoduchou izolaci s ochranným vodičem uzemnění a muselo se s nimi pracovat v rukavicích a obuvi. Jejich příkon vzrostl na 500 W. Teprve

na přelomu 60. let, kdy s výrobou u nás začal Narex, se začaly používat vysokootáčkové univerzální motory. Dostaly dvojistou izolaci a našly uplatnění v průmyslu, na stavbách a i v dílnách. Upínání vrtáků na Morse kužel bylo zjednodušeno sklíčidly na kličku. Reverzace otáček umožnila použití jako šroubovák a utahovák. Rozšíření hmoždinek vyvolalo potřebu vrtat do betonu a zdí. Kvůli tomu byly vyvinuty příklepové vrtací kladiva [2].

V roce 1971 sestrojil syn zakladatele firmy Black and Decker Al Decker první pistolovou akumulátorovou vrtačku, kterou použili kosmonauti na výpravách Gemini a Apollo (1.6) [2].

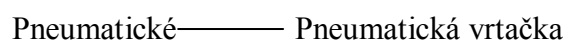
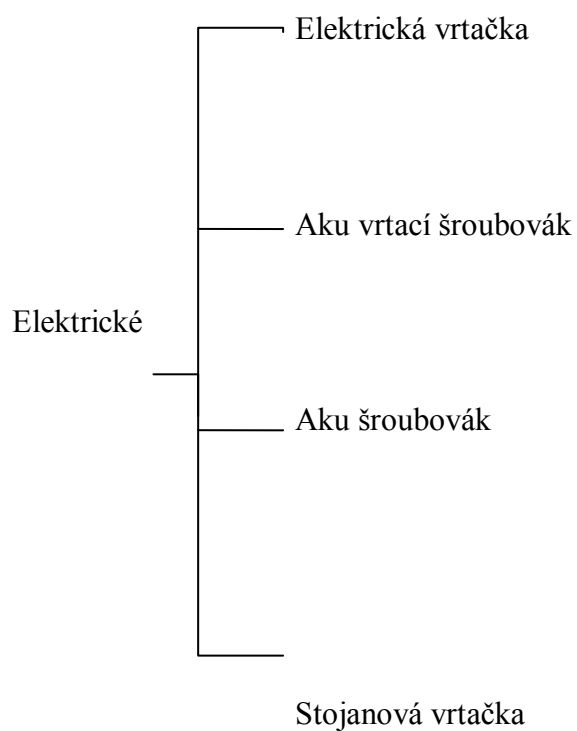
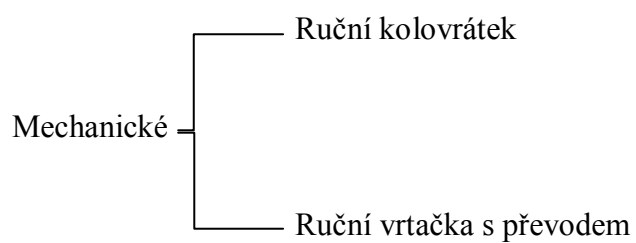
▲ 1.6 První akumulátorová vrtačka



V současné době jsou akumulátorové vrtačky na vysoké úrovni, jak co do ergonomie, výkonu, výdrže, ale i zpracování.

## 2. Rešerše

### 2.1 Základní rozdělení podle způsobu pohonu



## 2.2 Aku vrtací šroubováky

Patří mezi nejpoužívanější nářadí. Vzhledem k mojí práci, se budu soustředit pouze na vrtačky, které patří do sekce hobby. V nich můžeme najít jak Aku vrtačky s příklepem, tak i bez něho. Mezi nejvýznamnější výrobce patří Black and Decker, Bosch, Dewalt, Fein, Festool, Hilti, Hitachi, Makita, Metabo, Perles, Protool, Virutex a mnoho dalších.

### 2.2.1 Bosch

Firma Bosch patří mezi nejvýznamnější výrobce, nejen aku nářadí, na světě. Své výrobky dělí do dvou skupin a to na zelenou řadu hobby a modrou profi. Vrtačky nejnovější řady jsou osazeny dnes již nejvíce používanými akumulátory Li-Ion. Nejnovější řada aku vrtacích šroubováků je osazena 10,8 V; 14,4 V a 18 V motorem, dvourychlostní planetovou převodovkou. Nechybí ani rychloupínací sklíčidlo. Jako jedna z mála firem začíná vrtačky vylepšovat o některé důležité funkce jako je například osvětlení a ukazatel stavu baterie. Novinkou je u této řady elektronické nastavení kroutícího momentu s integrovaným přepínáním stupňů (2.1).



▲ 2.1 Vrtačka Bosch PSR 14,4-LI-2 [5]



### 2.2.2 Black and Decker

Výrobce Black and Decker své akumulátorové vrtačky dělí podle způsobu použití na běžný provoz a na náročný provoz. Napětí jejich motorů je od 12 V - 18 V, disponují dvourychlostní planetovou převodovkou a akumulátorem Li-Ion. Nejnovější model má kompaktní rozměry a atraktivní vzhled. Nastavení kroutících momentů je klasicky mechanickou spojkou. Disponuje ukazatelem stavu baterie (2.2).



▲ 2.2 Black and Decker CP 14-LN [6]

### 2.2.3 DeWalt

Významný výrobce aku nářadí vyrábí aku vrtací šroubováky s motory o napětí 9,6 V až 18 V. Nejnovější řada disponuje klasickou mechanickou spojkou s 16 stupni nastavení kroutícího momentu, Li-Ion akumulátorem a ergonomickou pogumovanou rukojetí. Je vybavena led světlem a kovovým koncem pro přichycení na opasek (2.3).



▲ 2.3 DeWalt DCD730L2[7]

### 2.2.4 Makita

Makita nabízí obrovské množství aku vrtacích šroubováků. Motory mají napětí 10,8-18 V, dvourychlostní planetové převodovky a novější modely akumulátory Li-Ion. Vrtačky Makita jsou považovány za velmi kvalitní, jejich vzhled je podřízen funkci a jednoduché práci s nimi (2.4).

► 2.4 Makita BDF343SHE3[8]



### 2.2.5 Narex

Český zástupce akumulátorových šroubováků. Firma vyrábí několik vrtacích šroubováků a vrtaček. Napětí motorů se pohybuje od 7,2 V - 14,4 V. Pokud mluvíme o vzhledu podmíněnému funkcí, tak zde to platí dvojnásob (2.5, 2.6).



▲ 2.5 Narex ASV 14 EA [9]



▲ 2.6 Narex ASV 10 2A[9]

### 2.2.6 Festool

Výrobce aku náradí, který kromě klasických aku vrtacích šroubováků vyrábí i naprosto odlišné vrtačky. Příkladem je typ Festool C12, který má naprosto odlišnou koncepci. Má sklíčidlo fast fix pro rychlou výměnu nástroje, ale také úhlové sklíčidlo a spoustu dalších. Má bezkartáčový motor o napětí 10,8 V, Li-Ion akumulátor a nízkou hmotnost 1,3 kg. Bohužel největší nevýhodou je vysoká cena, která je mnohdy i 4 krát vyšší než u konkurenčních výrobků (2.7).

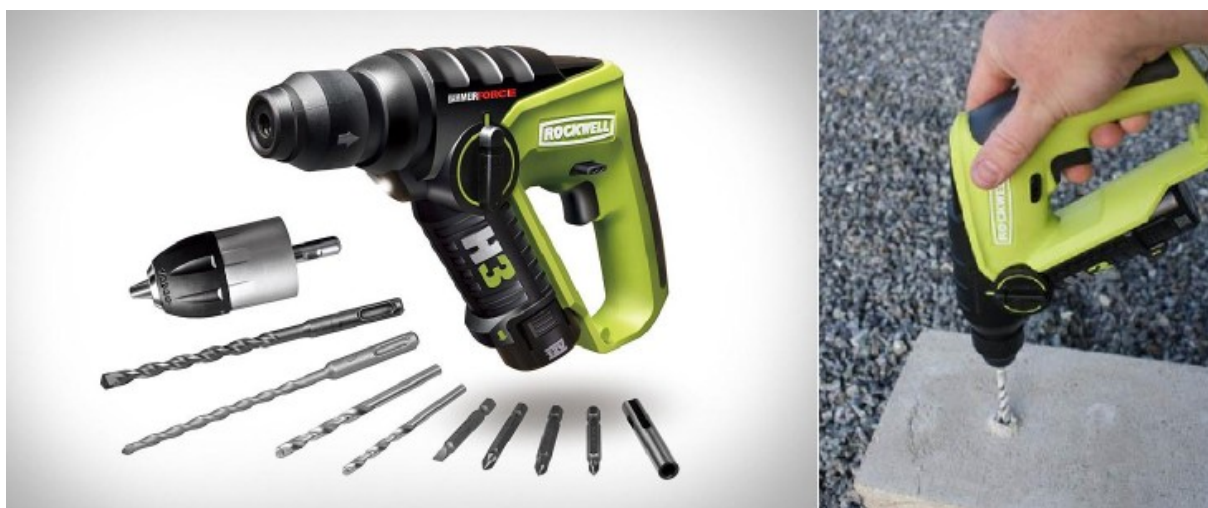


▲ 2.7 Festool C12 [10]



### 2.2.7 Rockwell

Vrtačka H3 od firmy Rockwell opět pracuje s odlišnou koncepcí. Vrtačka je dokonale funkční s vynikajícím designem. Je osazena quick sklíčidlem pro rychlou výměnu nástroje. Sklíčidlo je možné vyměnit za klasické rychloupínací. Motor je 12 V a baterie je Li- lon (2.8).



▲ 2.8 Rockwell H3[11]

### 2.2.7 Demain

Vrtačka, která má mnoho inovací. Mezi hlavní patří automatické sklíčidlo, jehož největší výhodou je povrch, který se neotáčí. Navíc má toto sklíčidlo větší utahovací sílu. Nastavení krouticího momentu je elektronické. Držák na základní bity je schován v přidavné rukojeti (2.9).



▲ 2.9 Vrtačka Demain [12]



## 2.3 Porovnání parametrů a vlastností

V následující tabulce, porovnávám základní parametry jednotlivých aku vrtacích šroubováků. Všímám si doby nabití akumulátoru, napětí motoru, nebo výkony při vrtání. Soustředím se také na přídatné funkce, které pomáhají při práci. Současné vrtačky je ve většině případů nemají (2.10).

	<p><b>HP146F4LK</b></p> <p>Napětí: 14,4V  Čas nabíjení: 40 min  Kapacita baterie: 1,5 Ah  Hmotnost:  Velikost skřídla: 13mm  Počet stupňů kroutícího momentu: 24  Vrtání do dřeva: 38 mm  do oceli: 13 mm</p> <p>Funkce:</p>
	<p><b>PSR 14,4-LI2</b></p> <p>Napětí: 14,4V  Čas nabíjení:  Kapacita baterie: 1,5 Ah  Hmotnost: 1,4 kg  Velikost skřídla: 10mm  Počet stupňů kroutícího momentu: 10  Vrtání do dřeva: 30 mm  do oceli: 10 mm</p> <p>Funkce:  Pracovní osvětlení  Indikátor stavu napětí  Ukazatel směru otáčení</p>
	<p><b>DCD730L2</b></p> <p>Napětí: 14,4V  Čas nabíjení: 60 min  Kapacita baterie: 3 Ah  Hmotnost: 1,73 kg  Velikost skřídla: 13mm  Počet stupňů kroutícího momentu: 14  Vrtání do dřeva: 35 mm  do oceli: 13 mm</p> <p>Funkce:  Pracovní osvětlení  Ocelová příchytka na řemen</p>
	<p><b>BDF343SHE</b></p> <p>Napětí: 14,4V  Čas nabíjení:  Kapacita baterie: 1,3 Ah  Hmotnost: 1,4 kg  Velikost skřídla: 10mm  Počet stupňů kroutícího momentu: 14  Vrtání do dřeva: 25 mm  do oceli: 10 mm</p> <p>Funkce:</p>
	<p><b>ASV 14 EA (SYS)</b></p> <p>Napětí: 14,4V  Čas nabíjení: 25min  Kapacita baterie: 1,3 Ah  Hmotnost: 1,45 kg  Velikost skřídla: 10mm  Počet stupňů kroutícího momentu: 20  Vrtání do dřeva: 28 mm  do oceli: 10 mm</p> <p>Funkce:</p>

▲ 2.10 Porovnání parametrů

### 3. Technický rozbor

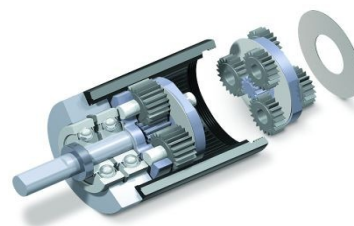
Vývoj nejdůležitějších komponent aku náradí jde rychle dopředu a není jednoduché se v nich orientovat. O tom, jak je vrtačka kvalitní, rozhodují mimo ergonomie a uspořádání ovládacích prvků zejména motor, převodovka, sklíčidlo a akumulátor.

#### 3.1 Motor

Nejběžněji používaný je komutátorový motor, který má dobrý poměr mezi výkonem a hmotností. Mezi jeho další výhody patří regulace otáček. V poslední době se začíná přecházet na EC motory, které jsou bez uhlíků a elektronicky vinuté. Nedochází k opotřebení a mají delší životnost. V budoucnu se počítá s využitím indukčních motorů napájených z frekvenčního měniče.

#### 3.2 Převodovka

V drtivé většině jde o planetovou převodovku, která má malé a kompaktní rozměry, nízkou váhu, snadné řazení a hodně ozubených párů v záběru=dlouhá životnost (3.1).



► 3.1 Planetová převodovka

#### 3.3 Sklíčidlo

Momentálně nejrozšířenějším sklíčidlem je rychloupínací sklíčidlo. Jeho největší výhodou je nepotřebnost dotahovací kličky, kterou jsme museli mít pořád u sebe. Ovšem ne všechny rychloupínací sklíčidla jsou kvalitní a dobře fungují. Nejnovější typ sklíčidla použila firma Demain a jeho největší výhoda je větší utahovací síla a povrch, který se neotáčí (3.2).



▲ 3.2 Rychloupínací sklíčidlo

### 3.4 Akumulátor

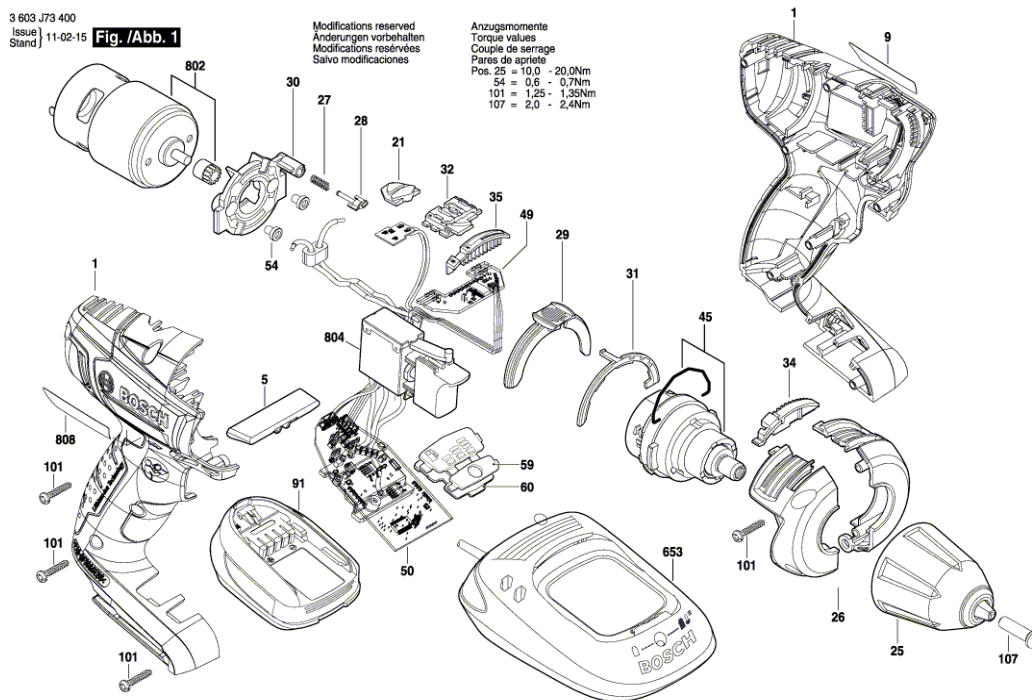
Ovšem o tom, jak je aku nářadí dobré, rozhoduje baterie. I když i zde je vidět velký vývoj, akumulátory jsou nejtěžší a nejrozměrnější částí aku nářadí. Dříve se používaly Aku články **NiCd** (nikl-kadmiový článek), **NiHM** (nikl-metalhydrid) a nejmodernější technologie **Li-Ion** (lithium-ion) s tzv. bezpaměťovým efektem. Li-Ion akumulátory jsou odolnější a uživatelsky příjemnější. Mezi jejich nejdůležitější vlastnost patří napětí, výdrž, a rychlost nabíjení (3.3).



▲ 3.3 Akumulátor Bosch 18V, 1,5Ah



### 3.5 Uspořádání součástí



▲ 3.4 Rozložený pohled aku vrtačky Bosch PSR 14.4-LI2

Pozice	Popis součásti	Pozice	Popis součásti
1	Obal zelená	45	Planetový převod
5	Páka	49	Elektro Stavební celky
9	Firemní štítek PSR 14,4 LI- 2	50	Elektro Stavební celky
21	Světelný kotouč	54	Šroub s hlavou M3x5-8.8-Z
25	Rychloupínací sklíčidlo	59	Kryt
26	Kryt obalu	60	Světelný kotouč
27	Pružina	91	Násuvná baterie 14,4V, 1,5 Ah,Li
28	Páka	101	Šroub čočka 3x18
29	Kluzná krytka	107	Zapuštěný šroub M 6x23
30	Příruba	653	Rychlonabíječ EU 230/14,4-18V,1h
31	Justační kotouč	802	Motor na stejnoproud
32	Přepínač	804	Spínač
34	Kryt	808	Typový štítek
35	Displej		

▲ 3.5 Kusovník součástí

## 4. Návrh

Hned na začátku jsem se rozhodoval mezi dvěma nejrozšířenějšími typy tvaru. **Pistolový tvar**, je díky držení v ose motor, převodovka, sklíčidlo lepší při vrtání do tvrdého dřeva a kovu, protože může vyvinout větší sílu. Naproti tomu **T tvar** je díky výbornému rozložení hmotnosti dobrý pro práci a šroubování.

### 4.1 Základní koncepce

#### Ovládací panel

Protože ve svém návrhu využívám elektronické nastavení kroučícího momentu, můžu všechny důležité ovládací prvky umístit na jedno místo.

#### Automatické sklíčidlo

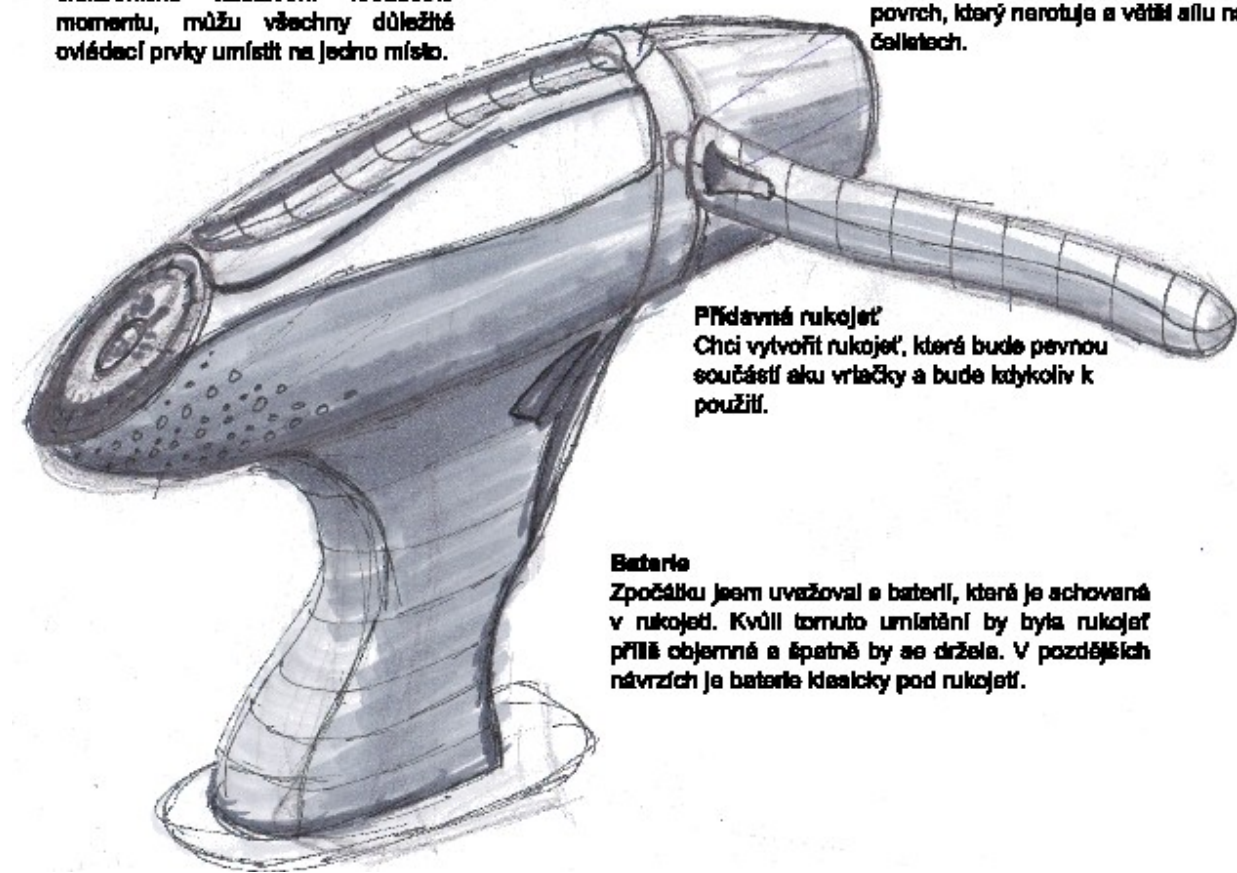
Zakomponuji ho do svého návrhu, protože má několik výhod. Například povrch, který narotuje a větší sílu na částečkách.

#### Přídavná rukojeť

Chci vytvořit rukojeť, která bude pevnou součástí aku vrtáčky a bude kdykoliv k použití.

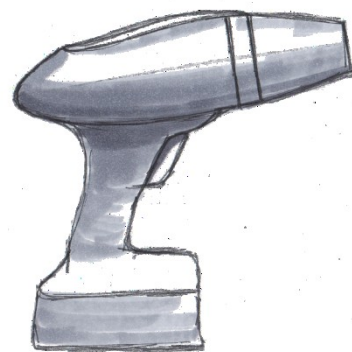
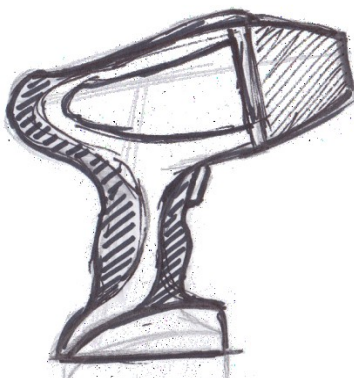
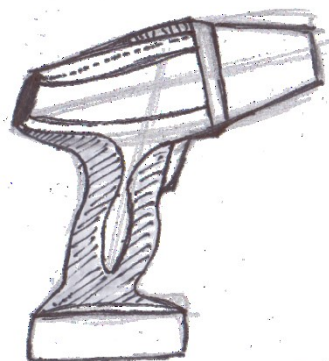
#### Baterie

Zpočátku jsem uvažoval o baterii, která je schovaná v rukojeti. Kvůli tomuto umístění by byla rukojeť příliš objemná a špatně by se držela. V pozdějších návrzích je baterie klasicky pod rukojetí.

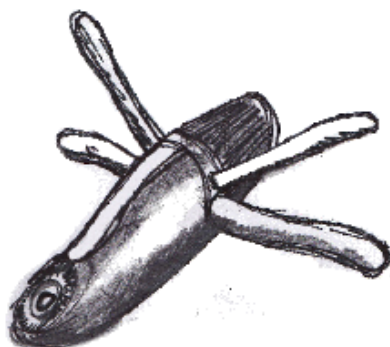


#### ▲ 4.1 Základní koncept

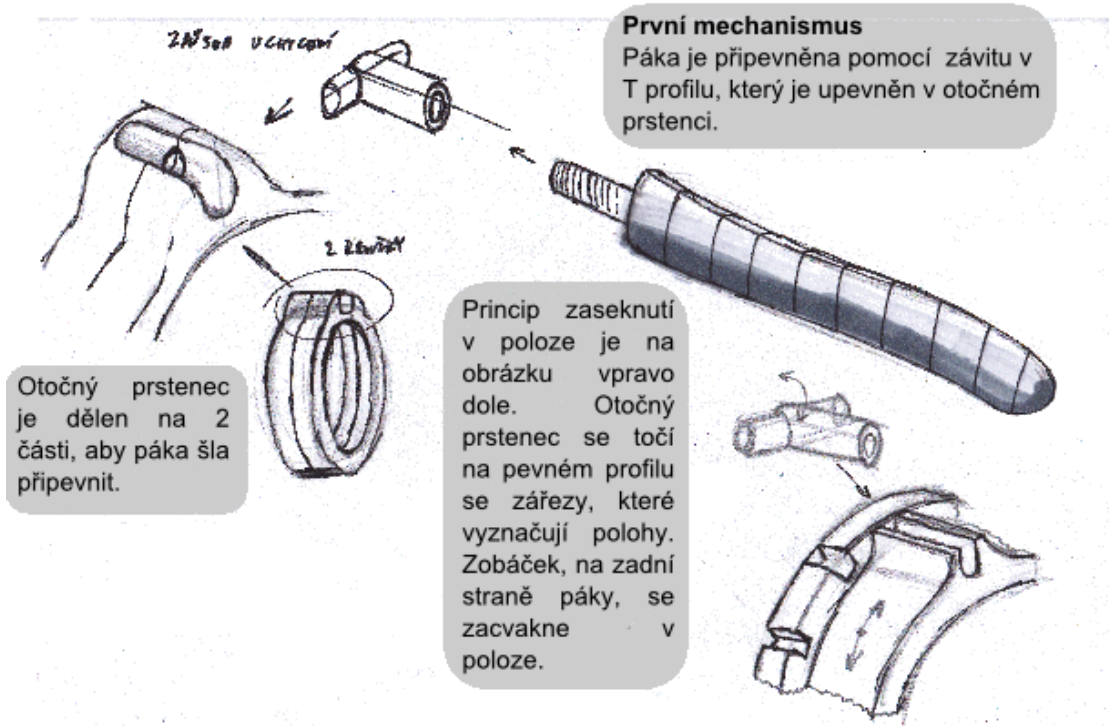
Vybíral jsem ze 3 základních tvarových řešení.



## 4.2 Zakomponování přídatné rukojeti

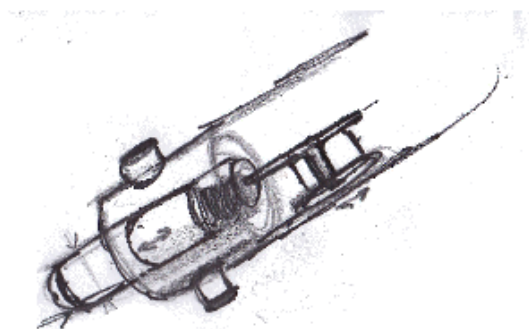


Pro páku jsem musel vymyslet jednoduchý, nenáročný a hlavně spolehlivý mechanismu.



### ▲ 4.2 Popis mechanismu

První mechanismus je na obsluhu příliš složitý. V další variantě jsem ho zjednodušil a snažil zakomponovat do těla vrtačky.



Upravený a finální mechanismus tvoří páka, která je otočně upevněna na dvou krajních čepech a pomocí jednoho výsuvného čepu na pružině se blokuje v polohách. Páka je na otočném prstenci, který se otáčí na pevném profilu s dírami, ve kterých se páka blokuje. Pro odjištění slouží jezdec, který vysune kolík z polohy.

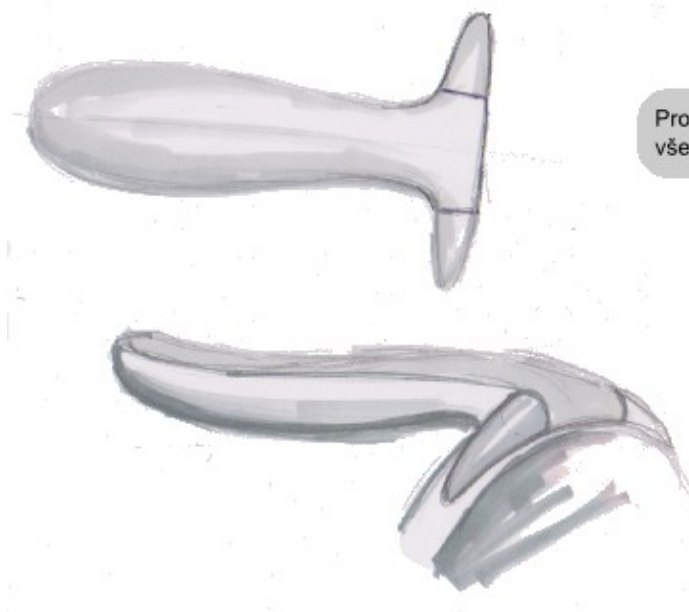
### ▲ 4.3 Princip páky





Princip mechanismu jsem vyřešil a tak jsem se soustředil na zakomponování páky. Vytvořil jsem několik variant, ale vybíral jsem mezi těmito dvěma. Chtěl jsem, aby páka byla součástí těla vrtačky a ukotvení bylo co nejčistší.

4.4 Tvarové řešení páky 1



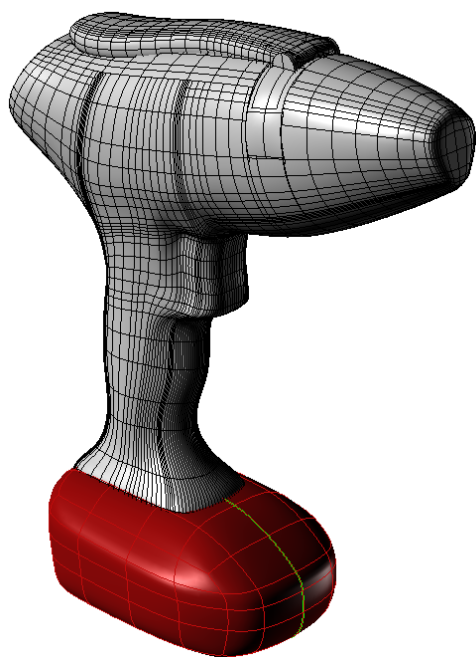
Pro finální tvar jsem použil toto řešení, které je ze všech nejzajímavější.

4.5 Tvarové řešení páky 2

### 4.3 Variantní řešení

V mé práci jsem nevytvářel přímo několik variant ve 3D modelování. Zvolil jsem základní koncepci a postupně na ní pracoval, až k finálnímu tvaru. V následujících stránkách popíšu pomocí variant vývoj práce, kdy každá následující varianta je evolucí té předchozí.

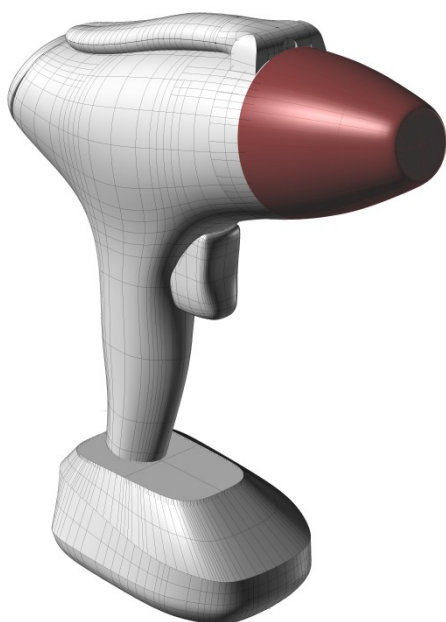
Tvar vychází hlavně z technologických aspektů. Především osovému umístění motoru, převodovky a sklíčidla. Tvar horní části je ovlivněn přídatnou rukojetí, která je lehce zakomponována do těla vrtačky. Tvar plynule navazuje od sklíčidla, přes prstenec přídatné rukojeti a směřuje do zadní části, kde se nachází ovládací panel všech nastavení, jako například kroutících momentů, ovládání světla a ukazatele stavu baterie.



#### 4.3.1 Varianta 1

Rukojeť je celkově širší, hlavně ve spodní části a je sklopena o 5 stupňů kvůli lepší ergonomii. Toto sklopení sem zachoval až do finálního tvaru. Přídavná páka se ve složené poloze nachází nahoře a po zvednutí je možno ji přesunout na celkem 3 polohy. Pro tento typ vrtačky mi přišly 3 polohy dostatečné. Baterie se nachází ve spodní části, ve spod rukojeti. Obal sklíčidla má trojúhelníkový tvar, který se drží lépe než klasický kruhový. Díky tomu může sklíčidlo sloužit jako další místo pro úchop (4.6).

◀ 4.6 Varianta 1



#### 4.3.2 Varianta 2

Hlavním ovládacím prvkem je zadní část, ve které se nachází nastavení kroutícího momentu. Sklíčidlo má kruhový rotační tvar, především kvůli přídavné rukojeti, protože ta má v této variantě 6 poloh po celém obvodu. Baterie má hranatější tvar a hlavní rukojeť se směrem k baterii zužuje (4.7).

◀ 4.7 Varianta 2



#### 4.3.3 Varianta 3

V této variantě jsem páku zakomponoval pomocí posledního návrhu. V zadní části je vybrání, pro snadné zvednutí páky. Základní tvar je od začátku velice podobný. Přechází od sklíčidla, přes rukojeť až k zadnímu ovládacímu panelu. Hlavní rukojeť je ve spodní části zúžená a navazuje na ni baterie (4.8).

◀ 4.8 Varianta 3

### 4.3.3 Finální varianta

Základní tvar je ve všech variantách podobný. Ve finální verzi přechází od prolisovaného sklícidla přes přídavnou rukojeť až k ovládacímu panelu. Páka kopíruje vrchní tvar a je mírně zapuštěná do těla. Ukotvení páky v přední části je výraznější než u předchozí varianty a zadní vybrání přechází až ke chladícím otvorům. Hlavní rukojeť se směrem k baterii opět zužuje a navazuje na baterii, která má ostřejší tvary, než předchozí organický tvar (4.9).



◀▼▼ 4.9 Finální varianta



## 5. Přídavná rukojeť

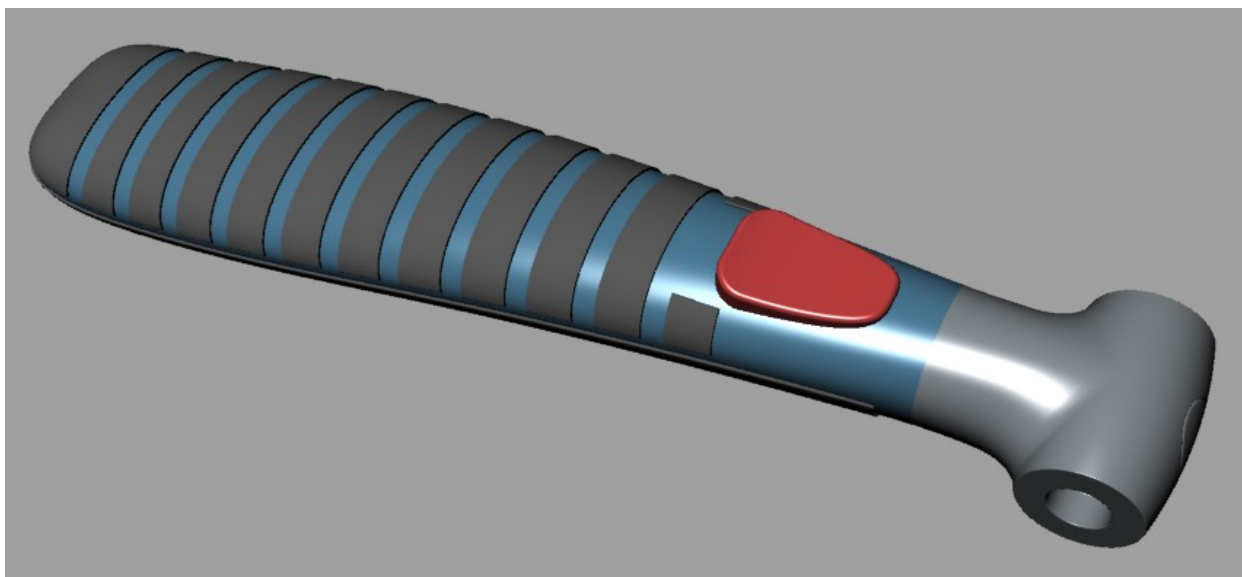


### 5.1 Finální varianta přídavné rukojeti

Přídavná páka využívá nejjednoduššího mechanismu, který jsem vytvořil. Pevný prstenec je připevněn 4 šrouby k obalu vrtačky a nachází se na něm 8 děr, 8 poloh páky. Na prstenci je nasunut otočný prstenec, ve kterém je na čepech upnuta páka (5.1).

◀ 5.1 Rozložený pohled rukojeti a ukotvení

### 5.2 Přídavná rukojeť



#### ▲ 5. 2 Přídavná rukojeť

Pro výpočet páky a její odolnosti, potřebuji sílu, kterou bude páka namáhána. Vycházel jsem z několika údajů. Z ergonomických tabulek a check-listů jsem zjistil, že síla vyvozená rukou při takových situacích je kolem 200 N. Sílu jsem také vypočítal z řezných podmínek při vrtání. Je to síla, kterou musíme vyvinout při vrtání a tím pádem i na páce (5.2).



## 6. Výpočet přídavné páky

### 6.1 Výpočet síly při vrtání

#### Výpočet plochy třísky

$$S_t = \frac{D \cdot S_0}{4} \text{ [mm}^2\text{]} \quad (1)$$

$D_v$  = průměr vrtáku [mm]

$S_0$  = posuv na otáčku [mm]

Posuv na otáčku  $S_0$  volíme pomocí tabulky doporučených řezných podmínek.

Kód posuvu	Rozměr D (mm)																
	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,50	8,00	10,0	12,5	16,0	20,0	25,0	31,5	40,0	50,0	63,0	80,0
	Posuv s (mm/ot)																
A	0,015	0,020	0,025	0,032	0,032	0,040	0,050	0,063	0,063	0,080	0,100	0,125	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315
B	0,020	0,025	0,032	0,040	0,040	0,050	0,063	0,080	0,080	0,100	0,125	0,160	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400
C	0,025	0,032	0,040	0,050	0,050	0,063	0,080	0,100	0,100	0,125	0,160	0,200	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500
D	0,032	0,040	0,050	0,063	0,063	0,080	0,100	0,125	0,125	0,160	0,200	0,250	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630
E	0,040	0,050	0,063	0,080	0,080	0,100	0,125	0,160	0,160	0,200	0,250	0,315	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800
F	0,050	0,063	0,080	0,100	0,100	0,125	0,160	0,200	0,200	0,250	0,315	0,400	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000
G	0,063	0,080	0,100	0,125	0,125	0,160	0,200	0,250	0,250	0,315	0,400	0,500	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250
H	0,080	0,100	0,125	0,160	0,160	0,200	0,250	0,315	0,315	0,400	0,500	0,630	0,630	0,800	1,000	1,250	1,600

▲ 6.1 Tabulka posuvů

U naší vrtačky je maximální vrtací průměr do kovu 10 mm a proto volíme posuv 0,1 mm/ot.

$$S_t = \frac{10 \cdot 0,1}{4} \text{ [mm}^2\text{]} \quad (2)$$

$$S_t = 0,25 \text{ mm}^2$$

#### Posuvná (osová) síla $F_x$

$$F_x = k \cdot D_v^x \cdot S_t^y \quad (3)$$

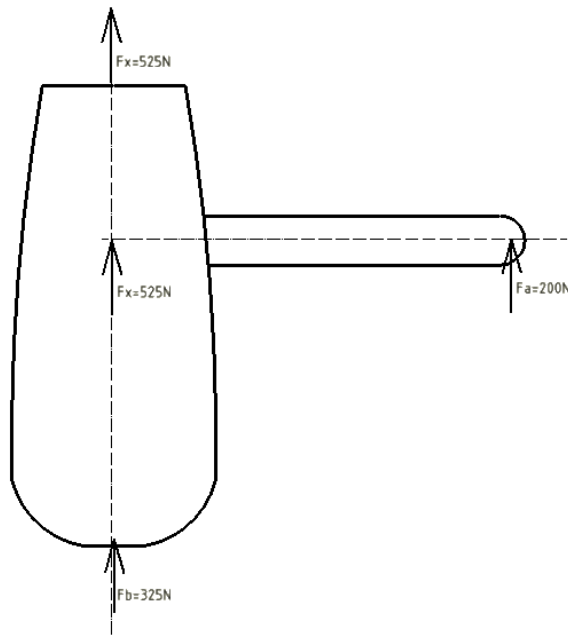
$$F_x = 241 \cdot 10^{0,7} \cdot 0,25^{0,6}$$

$$F_x = 525 \text{ N}$$

$k$  = materiálová konstanta (pro ocel  $k = 241$ )

$x, y$  = součinitelé (pro ocel  $x=0,7, y=0,6$ )

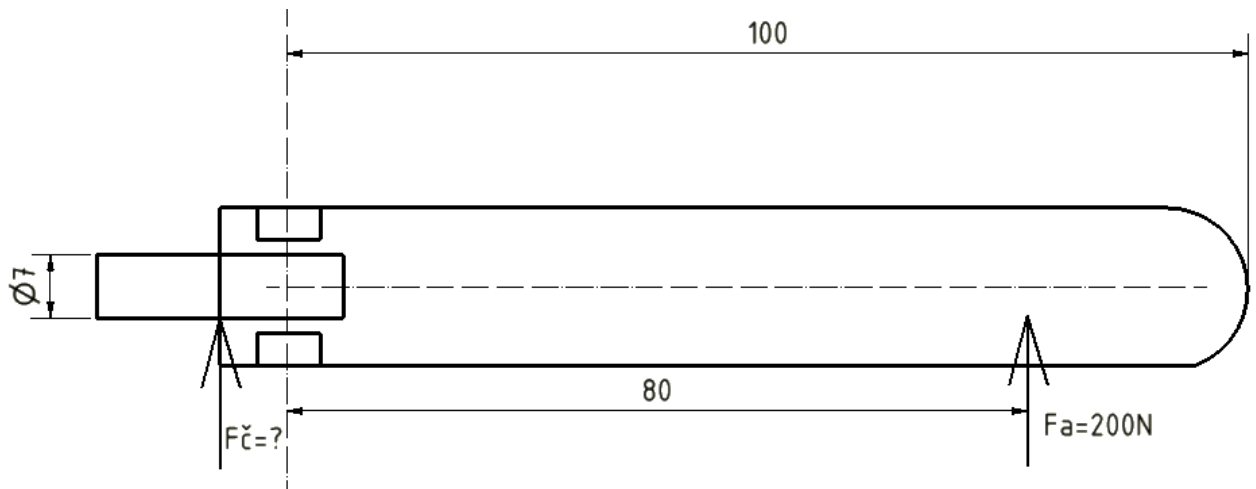
### Výpočet síly na páce Fa



Síla, kterou musíme působit na vrtačku při vrtání je velká 525 N. Tato síla se dělí mezi 2 rukojeti. Na přídatnou rukojeť působí síla menší, zvolil jsem ji 200 N a provedl kontrolní výpočty (6.2).

◀ 6.2 Schéma sil při vrtání.

### Výpočet síly působící na čep páky



▲ 6.3 Schéma sil působících na páku

$$Fa \cdot 6 = F_{\check{c}} \cdot 80 \quad (4)$$

$$F_{\check{c}} = \frac{200 \cdot 80}{6}$$

$$F_{\check{c}} = 2666,7N$$

## 6.2 Kontrola čepu na střih

Pojistný čep má průměr 7 mm a působí na něj síla  $F_{\check{c}} = 2666,7N$ .

$$p_s = \frac{F}{S_{\check{c}}} < p_{ds} \quad p_{ds} = 100 \text{ MPa pro Ocel 11 500} \quad (5)$$

$$p_s = \frac{2666,7}{\frac{\pi \cdot d_{\check{c}}^2}{4}} \quad (6)$$

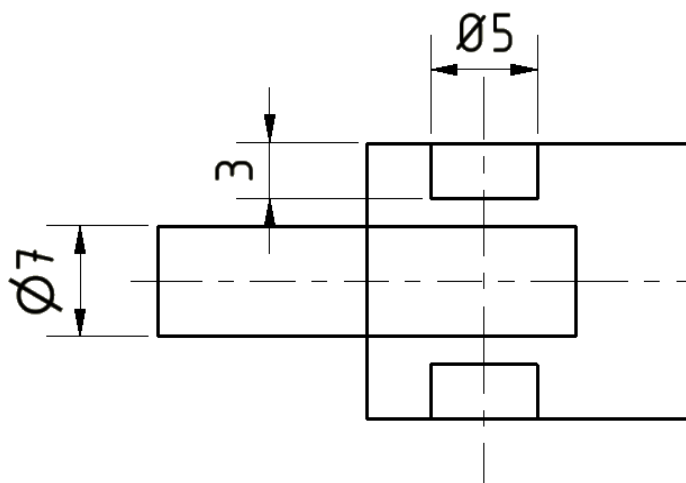
$$p_s = \frac{2666,7}{\frac{\pi \cdot 7^2}{4}}$$

$$p_s = 69,2 \text{ MPa}$$

$$p < p_{ds} \text{ Vyhovuje}$$

## 6.3 Kontrola čepu na otlačení

Páka se zvedá na dvou čepích, které jsou po stranách. Kde  $r=4$  mm,  $l=3$  mm a působí na ně síla  $F_a=200$  N.



**Plocha čepu**

$$S_{\check{c}} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot l \quad (9)$$

$$S_{\check{c}} = 2 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 3$$

$$S_{\check{c}} = 75,4 \text{ mm}^2$$

▲ 6.4 Schéma čepů

$$p = \frac{F_x}{S} \leq p_d = u \text{ oceli } 120 \text{ MPa} \quad (7)$$

$$p = \frac{525}{75,4}$$

$$p = 7 < 120 \text{ Vyhovuje}$$

## 6.4 Kontrola páky na ohyb

Kontrola páky probíhá v nejmenším průřezu, těsně u ukotvení. Páka zde má průměr 12 mm a uprostřed má čep o průměru 7 mm.

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do} \quad (8)$$

$$\sigma_o = \frac{F_a \cdot l}{\frac{\pi \cdot D^3 - d^3}{32}}$$

$$\sigma_o = \frac{200 \cdot 80}{\frac{\pi \cdot (12^3 - 7^3)}{32}}$$

$$\sigma_o = 117 \text{ MPa}$$

Na nosnou konstrukci páky jsem zvolil ocel an odlitky 42 2306 , Re=370 MPa

U pák se volí bezpečnost většinou  $k_s = 2$

$$\sigma_{Do} = \frac{370}{2} = 185$$

$$\sigma_o = 117 \leq 185 \text{ MPa} \quad \text{Vyhovuje}$$



## 7. Barevné řešení

Mým hlavním záměrem bylo vytvořit takové barevné řešení, ze kterého hned budou patrné veškeré důležité ovladače a úchopové plochy. Ovládací prvky a důležité části červenou barvou. Výrazné prvky jsou v kombinaci se světlými odstíny barev modré, šedé, zelené a červené.



V první variantě jsou to 2 odstíny červené barvy, které by měly působit harmonicky. Stejně jako u všech ostatních variant jsou tyto dvě barvy doplněny tmavším odstínem šedé na všech důležitých místech pro úchop, jako je měkčený plast na hlavní a přídatné rukojeti. Dále ji taky můžeme vidět na sklíčidle a ovladači (7.1).

### ◀ 7.1 Barevná varianta 1



U druhé varianty jsem opět vybral odstíny stejné barvy a to šedé. Hlavní plastové kryty jsou ze šedého materiálu a důležité prvky jsou označeny červenou barvou. Měkčené povrchy jsou opět z měkčeného plastu a nachází se na hlavní a přídatné rukojeti (7.2).

### ◀ 7.2 Barevná varianta 2



Třetí barevná varianta je tvořena kombinací modré s červenými ovládacími prvky doplněné měkčenými plochami v šedé barvě (7.3).

### ◀ 7.3 Barevná varianta 3



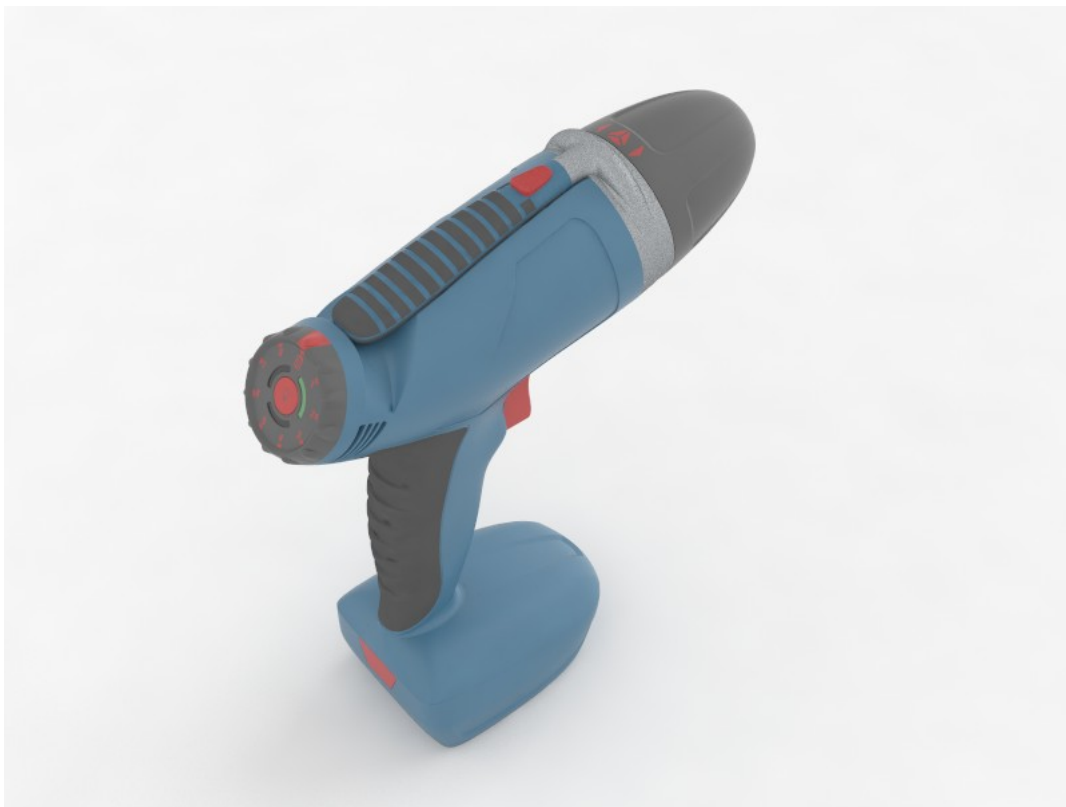
Poslední varianta je tvořena dvěma kontrastními barvami, které jsou v barevném kruhu umístěny naproti sobě. Plast je tvořen lehčím odstínem zelené barvy s kontrastními ovládacími prvky a měkčenými tmavými plochami pro úchop (7.4).

### ◀ 7.4 Barevná varianta 4

## 8. Finální varianta



▲ 8.1 Finální varianta 1



▲ 8.2 Finální varianta 2



▲ 8.3 *Finální varianta 3*



▲ 8.4 *Finální varianta 4*

## 9. Ovládací prvky

Mezi ovládací prvky se u této aku vrtačky řadí sklíčidlo, spínač s reverzací otáček, ovladač s nastavením krouticího momentu, ovládání páky a tlačítko pro povolování baterie. Ovládací prvky a jejich umístění vychází z drtivé většiny aku náradí podobného typu. Je to hlavně z důvodu snadného přechodu z jednoho nástroje na druhý.

### 9.1 Sklíčidlo

Ve svém návrhu jsem využil automatického sklíčidla, které má několik výhod. Mezi hlavní patří větší utahovací síla, povrch, který se neotáčí a rychlá výměna nástrojů. Ovládání



vychází z klasického rychloupínacího sklíčidla a jeho ovládání rotací. Pro snadnou obsluhu a orientaci jsem obsluhu sklíčidla také volil rotací. Sklíčidlo je v základní poloze zamknuté. Pokud se sklíčidlo pootočí doprava nebo doleva odemkne ho a za pomoci motoru povoluje nebo přitahuje (9.1).

◀ 9.1 Automatické sklíčidlo



### 9.2 Ovládání baterie

Baterie je nasunuta na lyžinách a pojištěna tlačítkem. Po zmáčknutí tlačítka, baterii vysuneme a vyměníme za druhou. Poloha tlačítka je v zadní části a je umístěna tak, aby šla výměna baterie provést jednou rukou (9.2).

◀ 9.2 Ovládání baterie



### 9.3 Ovladač

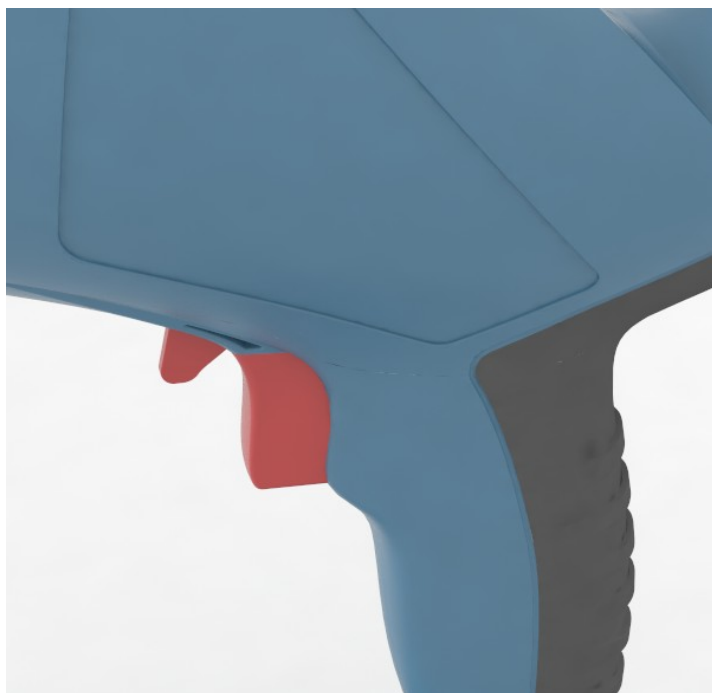
Je umístěn v zadní části a skloněn tak aby byl čitelný v každé poloze. Hlavní částí



ovladače je točítko, kterým se nastavuje krouticí moment potřebný při utahování vrtů. Stupňů je celkem 9. 8 stupňů utahovacích momentů a jeden pro vrtání, kde se nachází maximální možný krouticí moment. Uprostřed je tlačítko pro zapínání světla a kolem něj se nachází ukazatel stavu baterie, který je dělen do tří částí podle stavu baterie od zelené, která značí plné nabití, až po červenou (9.3).

▲ 9.3 Ovladač

### 9.4 Spínač a reverzace otáček



Spínač slouží pro ovládání chodu vrtačky. Velikost otáček závisí na stlačení samotného spínače. Pro reverzaci otáček jsem vytvořil otočný přepínač, který je těsně nad spínačem. Má tři polohy, pravý chod, levý chod a z bezpečnostního hlediska i neutrální chod, ve kterém je vrtačka zablokována a nemůže tedy dojít k samovolnému spuštění (9.4).

▲ 9.4 Spínač a reverzace otáček

## 9.5 Osvětlení

Osvětlení je u tohoto typu nářadí velice důležité. Při práci se můžeme dostat do situace, kdy je potřeba si na pracovní místo posvítit. Světlo je na přední části pod rukojetí. Uvažoval jsem



i nad světlem, které umístím do sklíčidla, ale tam bych nedostal tak dobré osvětlení pracovní plochy jako tady, kdy světlo svítí zespod před sklíčidlo. Světlo vyzařuje jedna dioda o nízké spotřebě. Dioda vyzařuje studené bílé světlo, které je pro tento typ nářadí nejvhodnější (9.5).

▲ 9.5 Osvětlení

## 9.6 Magnetizér



Jde o vylepšení, které dokáže hodně ulehčit práci. Vytvořil jsem 2 velké plochy, které slouží pro odkládání všeho kovového. Jako například vrtů, vrtáků apod. Zpočátku jsem uvažoval nad zakomponovaným držákem bitů, ale takto může sloužit i magnetizér. Bity které potřebujeme si jednoduše přichytíme na magnetizér (9.6).

◀ 9. 6 Magnetizér

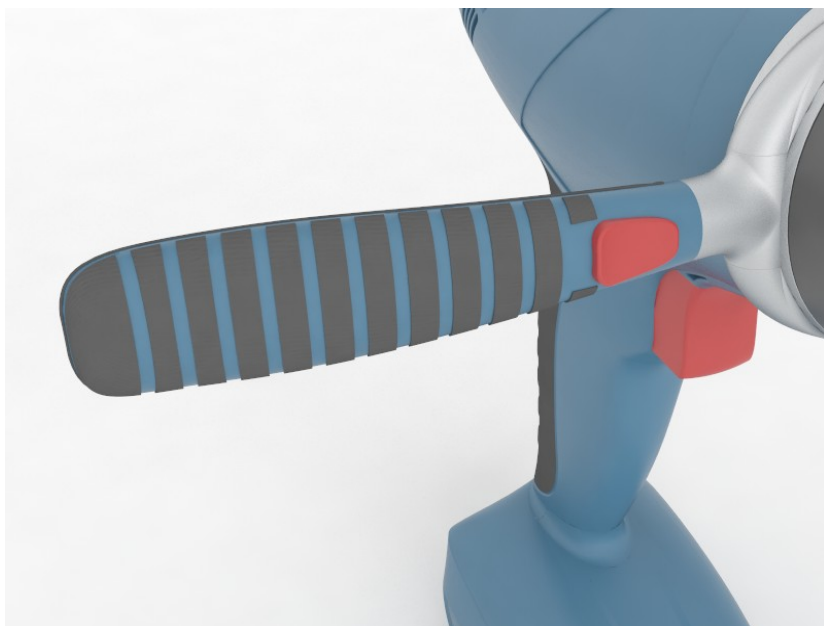
## 10. Ergonomie rukojetí



Rukojeti jsou navrženy tak, aby sedly do ruky jak pravákovi, tak levákovi. Proto jsou symetrické. Hlavní rukojeť je v horní části širší a postupně se zužuje dolů k baterii. Zadní část má vruby, pro lepší držení a je potažená měkkým plastem proti prokluzu.

◀10.1 Hlavní rukojeť

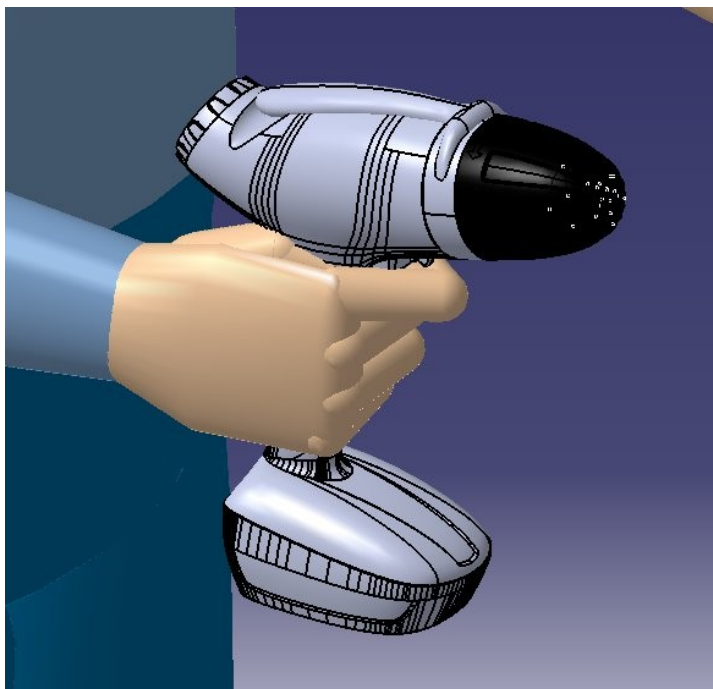
Přídavná rukojeť je symetrická hlavně kvůli svým polohám, kterých je 8 po celém obvodu aku vrtačky. Tvar není přesně kulatý, kvůli zakomponování do těla. Její průřez je eliptický a v nejdůležitější části, kde se opírá dlaň je plocha velká necelé 3 centimetry. Odemykání páky by bylo vhodnější na druhé straně, tak aby se mohlo ovládat pouze palcem, ale to nebylo možné z konstrukčního hlediska.



◀10.2 Přídavná rukojeť

## 11. Způsob držení

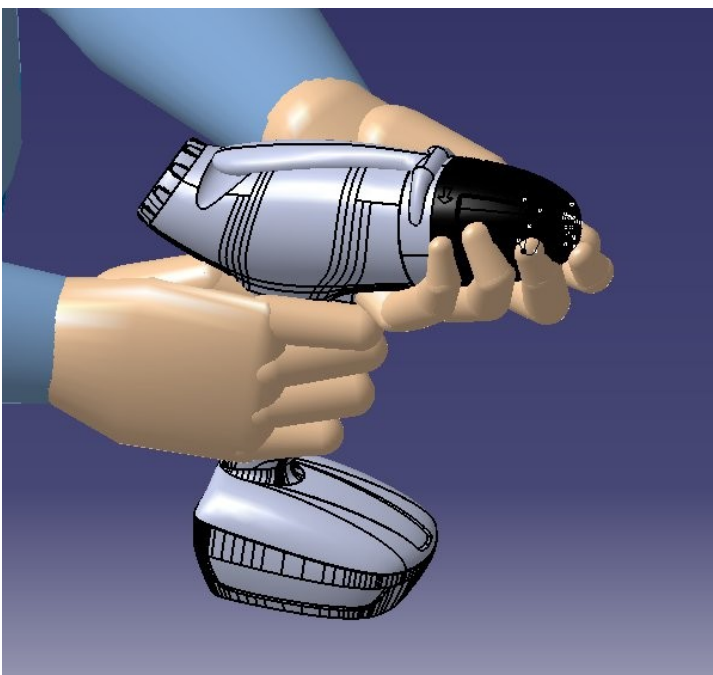
Při mém návrhu jsem se zaměřil na uživatelské vlastnosti a snadnou práci s nářadím. Pomocí volby automatického sklíčidla a přidavnou rukojetí jsem vytvořil další, alternativní způsoby uchopení. Naopak ovládacím prvkem v zadní části jsem o jeden způsob držení přišel.



### 11.1 Základní způsob držení

Základní a nejpoužívanější způsob držení je uchopení na základní rukojeti. Rukojeť musí být vhodně tvarovaná, aby nedocházelo k prokluzování nástroje v ruce (11.1).

◀11.1 Základní způsob držení

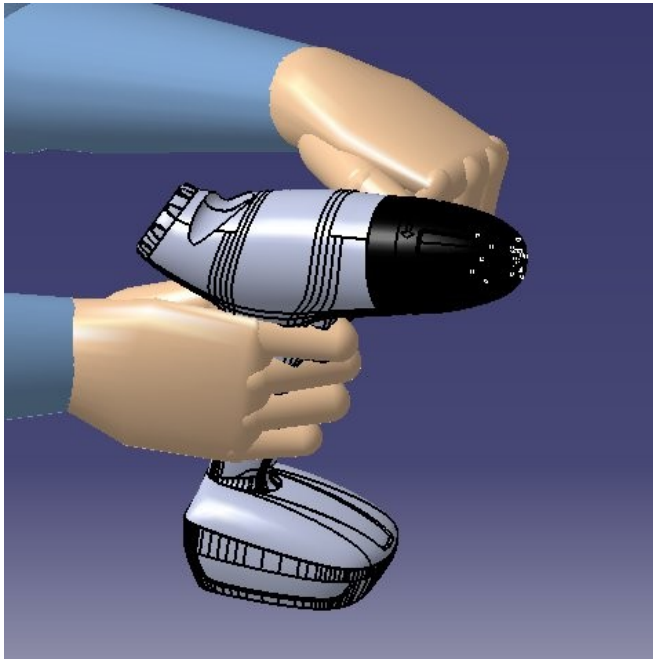


### 11.2 Alternativní způsob držení

Držení oběma rukama. Jedna ruka drží nástroj na hlavní rukojeti a ovládá chod vrtačky. Druhá přidržuje nářadí na sklíčidle (11.2).

◀11.2 Alternativní způsob držení





### 11.3 Držení oběma rukama

Jedna ruka drží hlavní rukojeť a druhá využívá přidavné rukojeti. Tento způsob držení může být využit například při vrtání do stěn, při míchání stavebních hmot apod. (11.3).

◀11.3 Držení oběma rukama

## **12. Technické parametry**

### **12.1 Technické parametry**

Vrtačka je osazena běžně vinutým komutátorovým motorem, který dnes můžeme najít ve většině akumulátorových vrtaček. Za motorem je dvoustupňová planetová převodovka, která snižuje otáčky a zvyšuje krouticí moment. Rozsah sklíčidla je 10 mm. V mém návrhu využívám automatického sklíčidla, které má rozsah 1-10 mm. Aku vrtačka je napájena Li-lon akumulátorem o napětí 14,4 V a výdrži 1,5 Ah. Napětí i výdrž baterie je pro potřeby hobby kutilů dostačující. Nastavení kroutícího momentu je elektronické a nastavuje se na točítku které má 8 poloh +1 pro vrtání, kde je největší krouticí moment 40 Nm.

### **12.2 Materiály**

Hlavním konstrukčním materiálem obalu aku vrtačky je ABS plast. Na tento typ dílu je nejvhodnější vzhledem ke své výrobě, trvanlivosti a odolnosti. Je výhodný i díky dalším vlastnostem, jako je například elektrická nevodivost a vysoká pevnost při nízké hmotnosti. Můžeme ho snadno obarvit pomocí pigmentů na jakoukoliv barvu. Vlastnosti materiálu určuje kromě jiného i způsob výroby. Tváření při vyšších teplotách zvětšuje lesk a tepelnou vodivost, naopak při nižších teplotách se zvětšuje odolnost při nárazu. Ze stejného materiálu je i obal baterie, obal sklíčidla a ovladač pro nastavení kroutícího momentu.

Součásti, které jsou mnohem více mechanicky namáhané, jako je například rám přídatné rukojeti a její ukotvení jsou vyrobeny z oceli. Jedná se především o pevný a otočný prstenec.

### 13. Tvorba modelu

Při návrhu aku vrtačky jsem si neustále ověřoval zvolené rozměry. Od prvního návrhu jsem modeloval vrtačku, a především rozměry rukojetí a rozmístění ovládacích prvků. Model jsem vytvářel z leje, který jsem nanesl na pevnou konstrukci. Pevnou konstrukcí jsem si chytil základní rozměry a úhel mezi osou vrtačky a rukojetí.



▲ 13.1 Pevný rám modelu



▲ 13.2 První vrstva leje



▲ 13.3 *Postupné modelování*



▲ 13.4 *Hrubý, nevyhlazený model první varianty*

## **14. Závěr**

V mé práci jsem se snažil o vytvoření akumulátorové vrtačky, která bude mít vyvážené proporce, bude využívat technických pokroků v tomto odvětví jako je například automatické sklíčidlo, nebo v poslední době používané elektronické nastavení kroutícího momentu. Snažil jsem se o vytvoření přídatné rukojeti, která je součástí nástroje a je tak vždy po ruce. Během práce jsem vytvářel modely a neustále si ověřoval ergonomii rukojetí a rozmístění ovladačů. Při svém návrhu jsem začínal od skic a pokračoval přes několik programů, jako je Rhinoceros 4, Inventor 2012, Solid Works 2010, Catia V5, T-Splines a Vray.



## 15. Seznam použité literatury

Vrzal, B., Bebr, A. & Fiala, J. (1972): Strojnické tabulky. Nakladatelství technické literatury, 1. vydání, Praha, 884 pp.

Leinveber, J., Vávra, P. (2006): Strojnické tabulky. Albra-pedagogické nakladatelství, 3. vydání, Úvaly, 914 pp.

Petr, J. (1999): Ergonomie. Nakladatelství CODEX Bohemia, 1. vydání, Praha, 87 pp.

### Internetové zdroje

[1] Šlecht, K. (2010): Vrtačka v historii a dnes [online]. Praktik. Posl. aktualizace 24. 5. 2010. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z: <<http://praktik.pvsp.cz/kategorie.aspx/hobby/clanek/vrtacky-v-historii-a-dnes>>

[2] Tůma, J. (2009): Elektrická vrtačka po 110 letech [online]. Svět náradí profesionálů. Posl. Aktualizace 16. 2. 2009. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z: <<http://www.toolscomp.cz/technologie/elektricka-vrtacka-po-110-letech/>>

[3] Svidřík [online]. Wikipedia. Posl. aktualizace 26. 11. 2011. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:

< <http://cs.wikipedia.org/wiki/Svid%C5%99%C3%ADk>>

[4] Vrták [online]. Wikipedia. Posl. aktualizace 18. 5. 2012. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:

<<http://translate.google.cz/translate?hl=cs&langpair=en%7Ccs&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Drill>>

[5] Zeman, P. (2008): Akumulátorová vrtačka a šroubovák-2. díl aneb vrtačku dělá akumulátor [online]. Český kutil. Posl. aktualizace 17. 4. 2008. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:< <http://www.ceskykutil.cz/dilna/elektricke-naradi/akumulatorova-vrtacka-a-sroubovak-2-dil-aneb-akuvrtacku-dela-akumulator>>.

[5] PSR 14,4 LI-2 [online]. Bosch. Posl. aktualizace 19. 5. 2012. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<<http://www.bosch-do-it.cz/boptocs2-cz/Dom%C3%A1c%C3%AD+ kutilov%C3%A9/N%C3%A1%C5%99ad%C3%AD/CZ/cs/hw/Akul%C3%A1torov%C3%BD+vrtac%C3%AD+%C5%A1roubov%C3%A1k/95236/PSR+14%2C4+LI-2/26574/3165140583220/index.htm>>

[6] Akumulátorové vrtačky-běžný provoz [online]. 2010-2011. Black & Decker. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<<http://www.blackanddecker.cz/powertools/productoverview/hierarchy/2269/>>

[7] Vrtačky/šroubováky [online]. 2001-2011. DeWalt. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<<http://www.dewalt.cz/powertools/productoverview/hierarchy/14/>>

[8] Akumulátorové stroje [online]. Makita. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<<http://www.makita.cz/katalog/subkategorie/1>>

[9] Šroubováky akumulátorové vrtací [online]. Narex. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<[http://www.narex.cz/Web/Category\\_card.aspx?Category=16](http://www.narex.cz/Web/Category_card.aspx?Category=16)>

[10] Akušroubovák C12/ C 15 Li [online]. 2012. Festool. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<[http://www.festool.cz/Products/Pages/Product-Competence.aspx?foc=ol\\_akkubohrschrauber\\_c\\_li\\_7623](http://www.festool.cz/Products/Pages/Product-Competence.aspx?foc=ol_akkubohrschrauber_c_li_7623)>

[11] Mahoney, D. (2010). Rockwell 12- Volt H3 Multi-Function Hammer Drill [online].

Tool Snob [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<[http://www.toolsnob.com/archives/2010/02/rockwell\\_12-volt\\_h3\\_multi-func.php](http://www.toolsnob.com/archives/2010/02/rockwell_12-volt_h3_multi-func.php)>

[12] Demain cordless drill with internal power chuck [online]. About. NSW.

[citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<<http://about.nsw.gov.au/collections/doc/demain-cordless-drill-with-internal-power-chuck/>>

Demain [online]. 2007. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z:<<http://www.demain.com.au/Videos.html>>

Jak vybrat aku vrtačku? [online]. Internetové obchodní centrum. [citace 19. 5. 2012]. Dostupné z: <<http://www.eod.cz/jak-vybrat-aku-vrtacku>>

Další obrázky a tabulky jsou práce autora.

## 16. Seznam příloh

Výkres sestavy č. v. SB3KSD01

Výkres součásti č. v. SB3KSD01-01